

534,799

10/534799
Rec'd PCT/PTO 12 MAY 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際公開

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年6月3日 (03.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/046018 A1(51) 国際特許分類:
B81C 1/00, G01N 35/08, 37/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014505

(22) 国際出願日: 2003年11月14日 (14.11.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2002-332763
2002年11月15日 (15.11.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): タマ
ティーエルオー株式会社 (TAMA-TLO CORPORA-
TION) [JP/JP]; 〒192-0083 東京都 八王子市 旭町 9 番
1号 八王子スクエアビル 11階 Tokyo (JP).

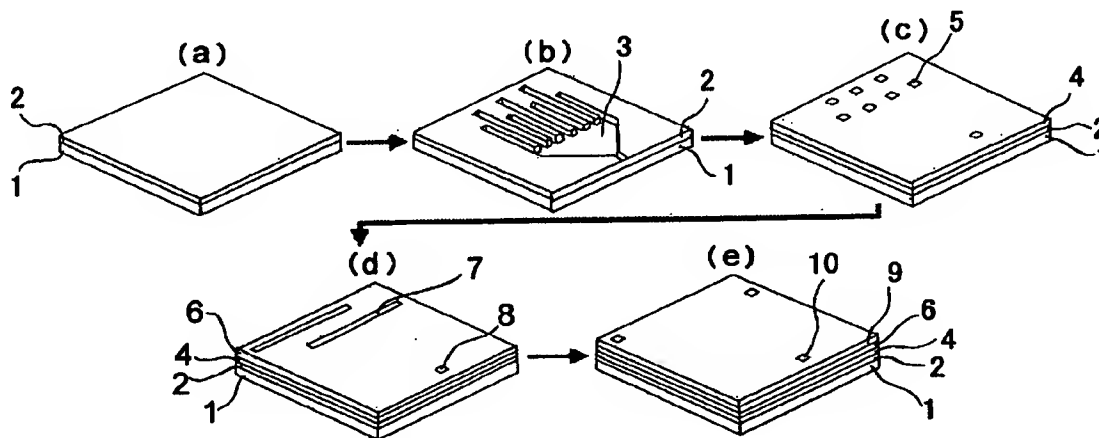
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田 善一
(YOSHIDA, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒350-0042 埼玉県 川
越市 中原町 2-6-19 ラ・ポール本川越 203号
Saitama (JP).(74) 代理人: 飯田 敏三 (IIDA, Toshizo); 〒105-0004 東京都
港区 新橋 3丁目 1番 10号 石井ビル 3階 Tokyo (JP).(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MICRO FLUID CONTROL DEVICE AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: マイクロ流体素子とその製造方法



(57) Abstract: A micro fluid control device comprising a substrate and, superimposed thereon, multiple resin layers, the multiple resin layers fitted with a waveguide hydraulic circuit. Further, there is provided a process for producing such a micro fluid control device, comprising the steps of (a) forming a resin layer on a substrate and subjecting the resin layer to laser machining so as to form grooves of given pattern for providing a fluid channel; (b) effecting resin coating of the whole surface of the resin layer after the machining to thereby form a second resin layer and subjecting the second resin layer to laser machining so as to form grooves and/or through-holes extending to the grooves of the resin layer having undergone the resin coating; (c) repeating the step (b); and (d) performing a final resin coating to thereby realize a waveguide hydraulic circuit.

(57) 要約: 基板と基板上に形成した複数の樹脂層を有し、前記複数の樹脂層に立体流体回路を形成したマイクロ流体素子; および、(a) 基板上に樹脂層を形成し、該樹脂層をレーザー加工により除去して、流体の流路となる所定のパターンの溝を形成し、(b) 加工後の樹脂層の表面全体を樹脂コートして次ぎの樹脂層を形成し、該次ぎの樹脂層にレーザー加工で溝、及び/又は、該樹脂コートされた樹脂層に形成された溝との貫通穴を形成し、(c) 前記(b)工程を繰り返し、(d) 最後に樹脂コートし立体の流体回路を形成する工程とを含んでなるマイクロ流体素子の製造方法。

BEST AVAILABLE COPY



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

マイクロ流体素子とその製造方法

5 技術分野

本発明は、いわゆる μ -T A S（マイクロ化学分析システム）を実現するマイクロ流体素子と、その製造方法に関する。

背景技術

10 従来、様々な分野において、流体の成分分析は特定施設で行なわれなければならない、分析には長時間が必要とされてきた。そこで、小型で高感度の微量流体デバイスの必要性が高まっており、分離器、混合器、検出部、分析部をカードサイズに小型・集積化したマイクロ化学分析システム（ μ -T A S）の開発が進められてきている。流体の成分分析の μ -T A Sには、マイクロ流体素子が用いられる。

15 従来の μ -T A Sの典型的な構造は、基板上に微小な流路、サンプリング部、フィルター、カラム、検出器などを小型・集積化したものである。 μ -T A Sによる分析において、省スペース化、省電力化、時間短縮、試料・試薬の低減等が図られるものである。

近年、遺伝子研究や犯罪捜査などを中心に様々な分野において、D N Aや毒物
20 などの微量流体に対する成分分析を目的としたデバイスの小型化と高感度である検出法の開発の必要性が高まっている。少ないサンプル量での高精度の分析では、現在、最も広く用いられている蛍光分析などの分光分析方法では不備な点が多く、小型化しても検出感度の点での利点は報告されていない。しかし、 μ -T A Sではサンプルや試薬の量が少量で計測が行えることが予想できる。

25 また、医療分野においても、現在、赤血球や白血球の数のカウントをはじめと

して、各種のタンパク質、ホルモンや抗原抗体等のさまざまなパラメータを測定するのに、最終的には非常に高価かつ大がかりな生化学分析装置が使われているが、 μ -TASを応用し、このような分析、測定を安価、迅速、高感度に行うことが検討されている。さらに μ -TASを使うことにより、部品の取り替えなどが簡易化でき、血液分析では感染の心配がなくなり、医療分野での衛生面の発展にも寄与することが期待される。

その他にも、米国を中心に最も盛んに研究されている、遺伝子情報（DNA）分析の分野でも活躍が予想される。人のDNAをすべて解読し、難病の原因を遺伝子レベルで突き止め、個人に合った治療を行うことを最終目標の一つとして実験され、個人レベルの遺伝子解読を迅速、正確に行うという観点からも、 μ -TASの技術は期待されている。

システム自体においても μ -TASは小型化、低コスト化、無効体積の減少などを可能にすることができる。また、計測に必要なサンプルや試薬の量を大幅に低減でき、分析で生じる廃液の量も低減出来る。このように、利点の多さから、さまざまな分野において応用、さらなる発展が期待されている。

このような μ -TASにおいては、従来、微細化した、流路と分析、検出部などを組合せこれを基板と固定して設けたものが提案されている。

このような従来の μ -TASは、これを1回使用する毎に系全体を洗浄したりしなければならず、特に医療分野や遺伝子情報の分析においては、使い捨てにしなければならぬ。しかし、このような μ -TASはそれ自体高価な微細システムであり、全てを使い捨てにしなくてよいシステム、装置の開発が望まれる。

一方、微小構造物を作成する方法として、レーザによる樹脂加工が注目されている。レーザを利用することによって、微小流体素子のチャネルパターンを一筆書き、及び、高速で加工することができる。また、レーザ走査に加速度を持たせることにより段差や傾斜を持

つマイクロチャネルの作成などが可能である。そして紫外線レーザを利用することでアブレーションによる熱影響の少ない微細加工が期待できる（例えば、吉田善一著「マイクロ加工の物理と応用」裳華房、1998年3月25日参照）。

そこで測定分析ごとの汚染したものについて使い捨てにしないで再生、再使用
5 でき μ -TASの構成要素である流路（溝）などを、レーザを用いて加工した基板と基板上の樹脂層と樹脂層を覆った樹脂コートを有し、前記樹脂層中に流体回路を形成し、再生、再使用できる μ -TASを可能にするマイクロ流体素子も開発されている（例えば、特開2002-283293号公報参照）。

従来のマイクロ流体素子においては、液体を混合するためには、典型的には図
10 8（a）及び8（b）に示すように、別々の流体導入口51，52から流体を平面混合流路に導入し（図8（a）参照）、流路が合流した後、くし歯型電極53の作用により、それぞれの流体に含まれる物質粒子55が矢印のように泳動して混合され（図8（b）参照）、混合液が排出口54から排出されるものであった。

しかしながら、このような混合方法では電気エネルギーを必要とする。また、
15 混合される物質は電気泳動が起こる物質に限られるものであった。

本発明の上記及び他の特徴及び利点は、添付の図面とともに考慮することにより、下記の記載からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

20 図1（a）、1（b）、1（c）、1（d）及び1（e）は、本発明のマイクロ流体素子の製造工程の1例を示す説明図である。

図2は、マイクロ流体素子を構成するマイクロチャネルの一例の説明図である。

図3（a）は、実施例1のマイクロ流体素子を構成するマイクロチャネルの斜視図であり、図3（b）は、その合流部の断面図である。

25 図4（a）、4（b）、4（c）、4（d）及び4（e）は、実施例1におけるマ

マイクロチャネルの形成過程の説明図である。

図5 (a) は、実施例2のマイクロ流体素子を構成するマイクロチャネルの斜視図であり、図5 (b) は、その合流部入口の断面図である。

図6 (a)、6 (b)、6 (c) 及び6 (d) は、実施例2におけるマイクロチャネルの形成過程の説明図である。

図7は、マイクロ流体素子における形状を利用する液体の混合方法の説明図である。

図8 (a) 及び8 (b) は、マイクロ流体素子における液体の電氣的混合方法の説明図である。

10

発明の開示

本発明によれば、下記的手段が提供される。

(1) 基板と基板上に形成した複数の樹脂層を有し、該複数の樹脂層に立体流体回路を形成したことを特徴とするマイクロ流体素子。

15 (2) (a) 基板上に樹脂層を形成し、該樹脂層をレーザ加工により除去して、流体の流路となる所定のパターンの溝を形成する工程と、

(b) 加工後の樹脂層の表面全体を樹脂コートして次ぎの樹脂層を形成し、該次ぎの樹脂層にレーザ加工で溝、及び／又は、樹脂コートされた樹脂層に形成された溝との貫通穴を形成する工程と、

20 (c) 前記(b)工程を繰り返す工程と、

(d) 最後に樹脂コートし、入口及び出口を設け、立体流体回路を形成する工程とを含んでなることを特徴とするマイクロ流体素子の製造方法。

(3) 樹脂層の形成方法がラミネート法である(2)項記載のマイクロ流体素子の製造方法。

25 (4) 樹脂層の形成方法がスピンコート法である(2)項記載のマイクロ流体素

子の製造方法。

本発明におけるマイクロ流体素子は前記の μ -TASに用いられるものである。

発明を実施するための最良の形態

5 以下に本発明をさらに説明する。

本発明のマイクロ流体素子のまず製造方法を図面に従って説明する。

図1(a)～1(e)は本発明のマイクロ流体素子の一例の製造工程を示すものである。マイクロ流体素子を構成する立体流体回路（以下、マイクロチャネルという）内では流体の輸送、混合、攪拌、分離などが行われる。ソーダガラス上に熱硬化性ラミネートフィルムを多層化し、その層毎にチャネルの一部分をレーザーで作成し、3次元的な合流チャネルの作成が出来る。

図1(a)はソーダガラスなどの基板1に、後述する1層目の樹脂層2をラミネートした状態を示す斜視図である。図1(b)はレーザー加工工程で、前記の1層目の樹脂層2をレーザー光により加工して溝3を形成した状態を示す。レーザー光により流路を形成する方法は、特に限定するものではなく、レーザー光の光源を目的とする形成しようとする回路のパターン（溝の幅、深さ、回路の形）に合わせて走査露光させる方法、レーザー光源を固定して基板1を目的とする回路に合わせたパターンが形成されるようにレーザー光に対して移動させる方法などがある。

次に、図1(c)に示すように、溝3からなる流路を有する樹脂層の上に、ラミネートを施し、構成要素全体を覆って、2層目の樹脂層4を製作し、1層目と同様にレーザー加工して貫通穴5を形成する。次いで、図1(d)に示すように3層目の樹脂層6を同様にラミネート加工した後、レーザー加工を施し、溝7及び貫通穴8を形成する。さらに、図1(e)に示すように、4層目の樹脂層9を同様にラミネート加工した後、レーザー加工を施し貫通穴10を形成する。以上の加工工程によって図2の斜視図に示す、入口A11、入口B12及び出口13を有す

るマイクロチャネルが形成される。

本発明において基板として、ソーダガラス、シリコン、石英ガラス、セラミックス、金属などの無機材料のほか、テフロン（商品名、ポリテトラフルオロエチレン）その他のプラスチックなども用いられる。マイクロ流体素子の回路形成面と反対側（下面）から光照射して、分析等を行う場合は、基板としては石英のような光透過性材料を用いるのが好ましい。基板の厚さは特に制限するものではないが、好ましくは、0.1～5 mm、より好ましくは0.4～1 mmの範囲である。

基板上に塗布する各樹脂層の厚さも特に制限はないが、好ましくは10～1000 μm、より好ましくは20～50 μmである。この樹脂層の厚さは、測定する種類、それに必要な試料の量などとの関係で定められる。この厚さがあまりに厚すぎるとレーザ加工が困難であり、また薄すぎるとサンプル液などの流体が流れなくなる。使用する樹脂としては、基板上にスピンコート法、ラミネート法などにより塗布しやすく、分析サンプルと反応したりそれに溶出することのないものであれば、どのようなものでも良く、低価格化、洗浄や交換の簡易化を図るために、使用したのち容易に洗い落とすことができるような樹脂が好ましい。このような樹脂を用いることにより、すべてを捨てずに済み、衛生的で、シリコン基板を再利用することが出来る。

樹脂としては、上記の条件を満たすものであればどのようなものでもよいが、例えば、ポリイミドのような熱硬化性樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂（BCB）、テフロン（商品名、ポリテトラフルオロエチレン）のようなフッ素樹脂などがあげられる。樹脂層2の厚さと流路の溝3の深さは通常同じとする。しかし、流路回路のある部分の機能によっては部分的に樹脂を残すようにしてもよい。また、光計測を行う場合は、計測光の波長以下であれば樹脂が部分的に残っていても問題無い。

樹脂層に流路を形成する加工はレーザ加工で行うのが好ましい。レーザとしては紫外レーザが好ましい。

紫外線による加工により、熱的影響の少ない加工ができる。機械加工等は、熱による歪や損傷によって精密な加工が困難であるが、紫外線レーザを用いた加工により、発生する熱が少なく、被加工物の熱による精度の低下を抑制できる。さらにレーザの集光性は波長に大きく依存し、波長が短いほど集光性が良い。よって高精度が要求される精密加工や微細加工への利用が可能である。また熱が発生しにくいことは、熱に弱い樹脂などの材料への加工も可能にする。

このような紫外レーザ光の中で、好ましい紫外レーザ光は、波長350nm以下であり、より好ましくは150～300nmの範囲である。

本発明において紫外レーザ光で加工した場合、レーザアブレーション現象により溝形成が行われると考えられる。この機構は次のように考えられる。紫外レーザを高分子材料に照射すると、分子の結合が切れて蒸発する。(a)最初に波長が250nmなどの紫外線レーザを数十nsで高分子材料に照射すると、(b)高分子材料表面に励起分子や種々の活性種が高密度に生成する。(c)分子がレーザから受け取ったエネルギーがその分子を構成する化学結合よりも大きい場合(材料固有の値である加工しきい値を上回っている場合)には、その化学結合が切断され、分子レベルあるいは原子レベルにまで分解される。そのため、急激な体積膨張を生じる。(d)このとき過剰に与えられたエネルギーが分子の運動エネルギーとなり、分子は被加工物上方の開放された空間へ噴出し除去が行われる。

樹脂層をラミネート法による樹脂コートで形成する場合、ラミネート法自体は幾つかの種類があり、いずれの方法を用いてもよい。その具体例としては、樹脂フィルムのラミネートの場合、エキストルージョンラミネート、ドライラミネート、ウェットラミネートが代表的である。樹脂フィルムとしては、例えば、ポリイミドにエポキシ系接着層を設けたラミネートフィルムなどが挙げられる。

本発明では、基板上にラミネートした樹脂フィルムにレーザで溝を形成し、その上にまた樹脂フィルムをラミネートすることが好ましい。この場合、その樹脂フィルムにも溝や穴を形成する。また、さらに、樹脂フィルムをラミネートし、そこにも溝や穴を形成する。これを繰り返すことで樹脂フィルムの積層構造の内部に立体の流路を作製し、最後に樹脂フィルムでラミネートすることによりカバーを作製し、出入り口を作りマイクロ流体素子を作ることが好ましい。

ラミネートした次ぎの樹脂層を紫外レーザにより加工する場合、波長、パルスエネルギー、パルス幅、繰り返し数などの加工条件を適宜選択することで、樹脂層の界面までの加工を行なうことができ、当該樹脂層中に溝、又は、ラミネートされた樹脂層に形成された溝に貫通する貫通穴を形成することができる。

樹脂層の形成方法は、上記のようなラミネート法に代えて、従来行なわれているスピコート法のいずれかを用いて行なうことができる。

上記の製造方法により、基板と基板上に形成した複数の樹脂層を有し、前記複数の樹脂層に一体となった立体流体回路を形成したマイクロ流体素子が製造される。

本発明における立体流路回路は、好ましくは、立体混合流路である。立体混合流路を有するマイクロ流体素子の別々の入口から、微量送液ポンプなどで微量の流体A（41）及び流体B（42）を導入し、例えば図7に示すように、合流部の立体的形状の流路を利用して矢印方向に送液することにより、それぞれの流体A及びBに含まれる物質を均一に混合できるものである。このように、これまで均一の混合が困難であった微量の溶液において、分岐や合流部を設けることにより、混合を素早く行なうことができる。この方法では、図8（a）及び8（b）に示す電気的方法のように混合において電気エネルギーを必要としない。

本発明で混合される物質はその物質間で反応を起こすものであってもよく、従来の電氣的混合方法に比べ、反応速度を早くすることができる。

立体混合流路で混合される流体は、特に限定されるものではないが、例えば、

血液サンプルや分析用試薬溶液などが挙げられる。

- 本発明においては、カードサイズの μ -TASを実現するため、微小流路を樹脂部に深さ20～30 μ m、幅20～100 μ mの大きさで作成することが好ましい。微小流路を樹脂レーザアブレーション法により作成することにより、
1. 樹脂の加工が容易、
 2. 3次元的な構造の作成が可能、
 3. マスクを利用しパターンの除去ができるという利点がある。

本発明のマイクロ流体素子は、前記の背景技術の項で述べたような公知の種々の μ -TASに応用することができる。その中で用いる検出法のいくつかの例について述べる。

10 1) 電気化学検出法

化学システムを1枚の基板上に集積化するという観点からは、検出も基板上に集積化しているので本発明に好適である。マイクロ電極はマイクロマシニング技術を用いれば、容易に基板上に作製することが可能であり、光源も要さず、マイクロ化学システムには理想的な検出法の一つとなりえる。

15 2) 化学発光法

化学発光を利用する検出法は、反応系自体が発光するので、レーザのような外部光源や顕微鏡のような複雑な光学系が必要なく、高感度な光検出器があればよい。従って、マイクロ電極と同様に集積化するのに理想的な検出法の一つである。

3) 電気化学発光法

- 20 電気化学発光法は、電極に電圧を印加することで化学発光を制御することができるため、簡便で信頼性の高い結果が得られる。

本発明のマイクロ流体素子は、樹脂層を溶剤で洗浄することにより再びもとのシリコン基板に戻すことができる。

- 25 本発明により、マイクロ流体素子の分岐や合流を有する立体構造の流路を作製

でき、複数の溶液の混合や反応速度を早くすることができる。

次に本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

5 実施例

実施例1

加工基板はソーダガラス(厚さ1.3mm)に熱硬化性ラミネートフィルム(ニッカン工業株式会社製、ニカフレックス(商品名))をラミネートしたものを用いた。このラミネートフィルムは厚さ25 μ mのポリイミド層と、厚さ20 μ m
10 のエポキシ接着材層を貼り合わせたものである。

加工機はパルスNd:YAGレーザ(クアンテル社製、ブリリアント(商品名))を用いた。加工条件は波長266nm、パルスエネルギー3.1mJ、パルス幅4.3ns、繰り返し数10Hzである。レーザビームは固定し、加工基板は位置決め精度5 μ mのXYステージで移動させた。加工材料移動速度は81 μ m/
15 sec、集光形状は ϕ 35 μ mの円形であった。

YAGレーザの第4高調波(266nm)を用いて樹脂部に微量流体素子の幅20~100 μ m、深さ20~30 μ mのチャネル(流路)を加工し、図3(a)に示すマイクロチャネルを有するマイクロ流体素子を作成した。また、図3(a)で21は入口A、22は入口B、23は合流部、24は出口である。入口から導入された流体は矢印方向に進むものである。また、図3(b)は、合流部23の断面図である。25は基板、26は1層目の樹脂層、27は2層目の樹脂層、28は4層目の樹脂層である。入口B22から圧力を与えられて導入された流体は、1層目に形成されたチャネルを流れ、合流部で2層目に形成された貫通穴を通じて、3層目に形成されたチャネル入口A21からの流体と混合し、矢印方向に流れ、出口24から排出される。

25 このマイクロチャネルの形成過程を図4(a)~4(e)に示す。はじめにガラス上のフ

フィルムに図4 (a) で黒塗りで示した1層目の溝をレーザーで作成する。次に、2層目のフィルムをラミネートし、図4 (b)、(c) で黒塗りで示した1層目の溝に貫通する2層目の貫通穴をレーザーで作成する。次ぎに、3層目のフィルムをラミネートし、図4 (d) で黒塗りで示した3層目の溝及び2層目の穴に貫通する貫通穴をレーザーで作成する。最後に、4層目のフィルムをラミネートし、図4 (e) で黒塗りで示した4層目の入口及び出口をレーザーで作成しマイクロチャネルを作成した。

実施例 2

実施例 1 とレーザーで作成するパターンを変更した以外は実施例 1 と同様に図 5 (a) に示すマイクロチャネルを有するマイクロ流体素子を作成した。図 5 (a) で 3 1 は入口 A、3 2 は入口 B、3 3 は合流部 (入口) である。合流部から出口までチャンネルで繋がっている (図示せず)。図 5 (b) は合流部入口 3 3 の断面図である。3 4、3 5 は入口 A に繋がるチャンネル、3 6、3 7 は入口 B に繋がるチャンネル、3 8 は樹脂層である。

このマイクロチャネルの形成過程を図 6 (a) ~ 6 (d) に示す。はじめにガラス上のフィルムに図 6 (a) で黒塗りで示した1層目の溝をレーザーで作成する。次に、2層目のフィルムをラミネートし、図 6 (b) で黒塗りで示した1層目の溝に貫通する2層目の貫通穴をレーザーで作成する。次ぎに、3層目のフィルムをラミネートし、図 6 (c) で黒塗りで示した3層目の溝及び2層目の穴に貫通する貫通穴をレーザーで作成する。最後に、4層目のフィルムをラミネートし、図 6 (d) で黒塗りで示した4層目の入口をレーザーで作成しマイクロチャネルを作成した。

2層目のフィルムに作成した合流部での2本のチャンネルを光学顕微鏡写真で観察したところ、チャンネルの中心間距離は150 μm であった。チャンネルに挟まれた部分はフィルムが剥離しており、この剥離部分を利用し、幅の広いチャンネルとした。また、別の溝加工部においても幅140 μm の剥離が生じていた。これら

の剥離は次の層のフィルムのラミネート加工にて、剥離が解消し、幅広いチャネルとすることができた。

(送液実験)

- 5 次に実施例 1 及び 2 で作成したチャネルに純水の送液実験を行った。送液には微量マイクロポンプ（マイクロテックサイエンティフィック社、ウルトラプラスⅡ（商品名））を用いた。いずれの場合も顕微鏡下の観察で、入口から流量 $5 \mu\text{l}/\text{min}$ で導入された純水は合流部を通り、出口から排出されることが確認された。このとき、チャネルに剥離などの損傷はなかった。
- 10 また、実施例 1 のマイクロチャネルにおいて、入口 A 2 1 からインクを、入口 B 2 2 から純水を導入すると合流部 2 3 で混合され、導入されたインクより色の薄い均一な混合液が出口から排出された。

また、実施例 2 のマイクロチャネルにおいても、入口 A からインクを、入口 B から純水を導入すると合流部で均一に混合されることが観察された。

15

以上の実施例により、本発明の製造方法は、フィルムを積層化させて、立体流路回路を形成でき、形成された立体流路回路では溶液の良好な混合をすることができることが示された。

- また、溝加工によって生じたフィルムの剥離は、再ラミネートにより解消でき、
- 20 フィルムの剥離を利用して、最大溝幅 $180 \mu\text{m}$ の流路を形成できることが示された。

さらに、本実施例のマイクロ流体素子は、純水を用いた流量 $5 \mu\text{l}/\text{min}$ の送液実験において、積層化したフィルムに剥がれは生じなかった。

- 25 産業上の利用可能性

本発明のマイクロ流体素子は、前記 μ -TASに好適に用いられるものである。
また、本発明の製造方法は、前記マイクロ流体素子の製造に好適な方法である。

- 5 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の
発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の
範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると
考える。

請 求 の 範 囲

1. 基板と基板上に形成した複数の樹脂層を有し、該複数の樹脂層に立体流体回路を形成したことを特徴とするマイクロ流体素子。

5

2. (a) 基板上に樹脂層を形成し、該樹脂層をレーザ加工により除去して、流体の流路となる所定のパターンの溝を形成する工程と、

(b) 加工後の樹脂層の表面全体を樹脂コートして次ぎの樹脂層を形成し、該次ぎの樹脂層にレーザ加工で溝、及び／又は、樹脂コートされた樹脂層に形成された溝との貫通穴を形成する工程と、

10

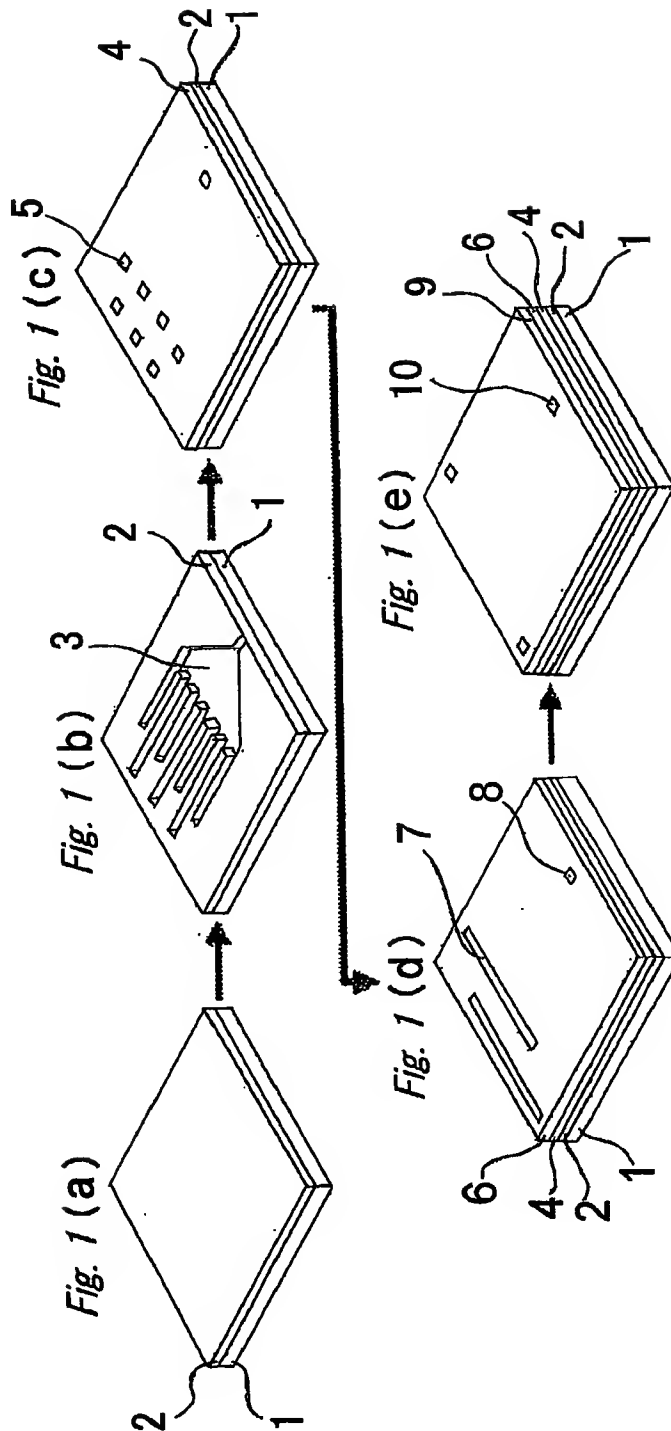
(c) 前記(b)の工程を繰り返す工程と、

(d) 最後に樹脂コートし、出口及び入口を設け、立体流体回路を形成する工程とを含んでなることを特徴とするマイクロ流体素子の製造方法。

15 3. 樹脂層の形成方法がラミネート法である請求項2記載のマイクロ流体素子の製造方法。

4. 樹脂層の形成方法がスピンコート法である請求項2記載のマイクロ流体素子の製造方法。

1/7



2/7

Fig. 2

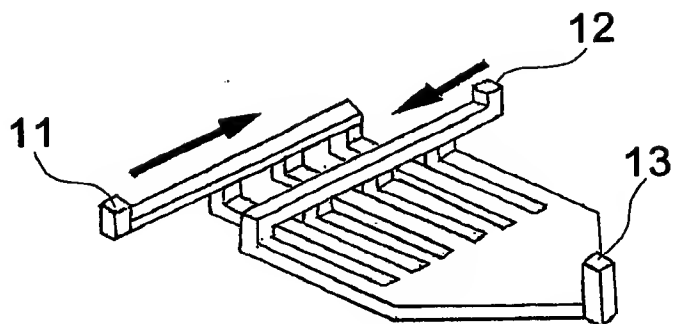


Fig. 3 (a)

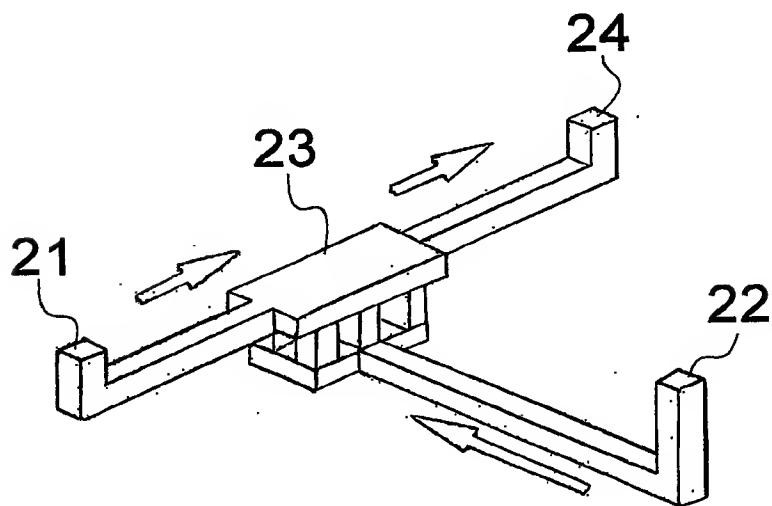
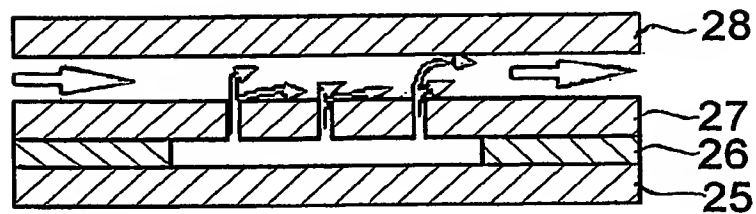


Fig. 3 (b)



3/7

Fig. 4 (e)

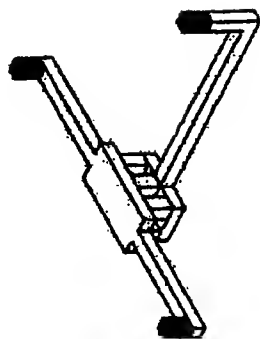


Fig. 4 (c)

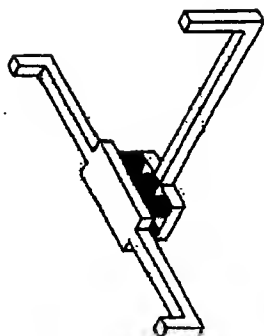


Fig. 4 (d)

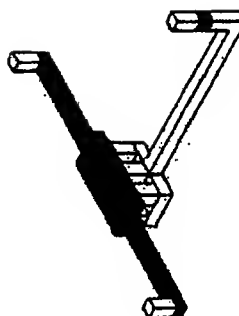


Fig. 4 (a)

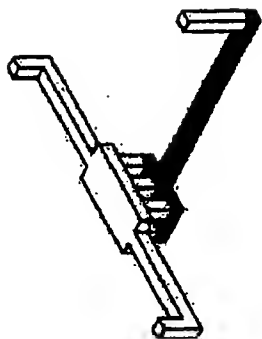
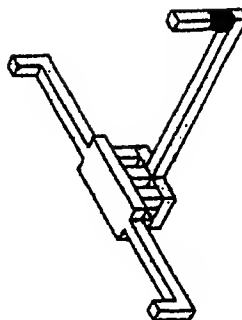


Fig. 4 (b)



4/7

Fig. 5 (a)

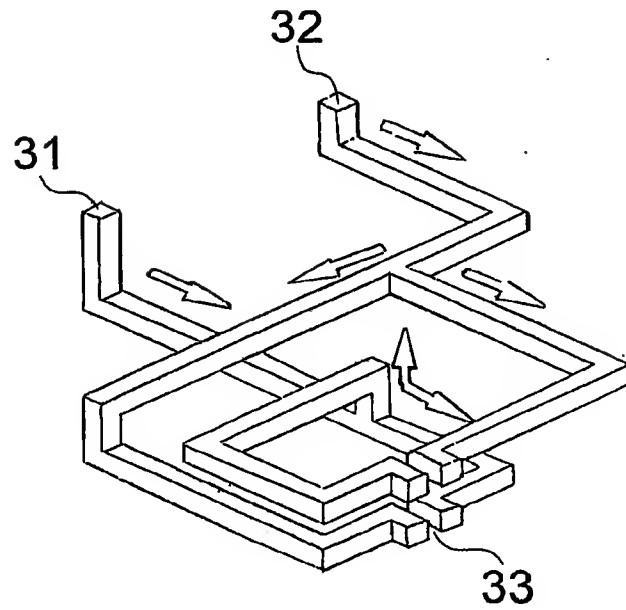
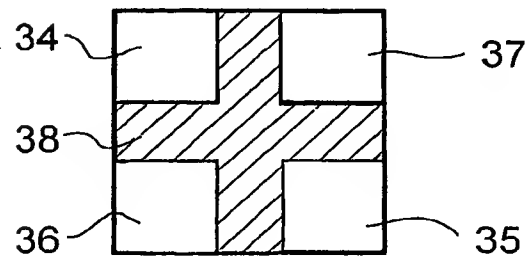


Fig. 5 (b)



5/7

Fig. 6 (a)

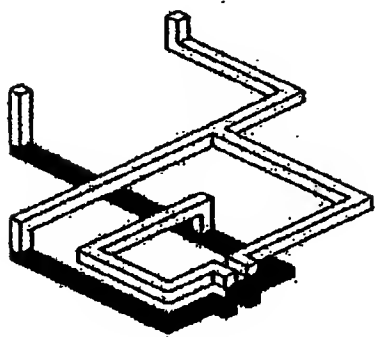


Fig. 6 (c)

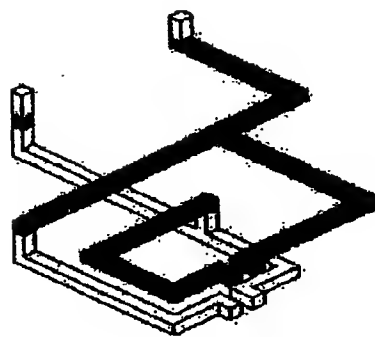


Fig. 6 (b)

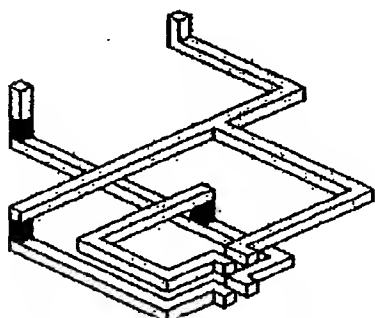
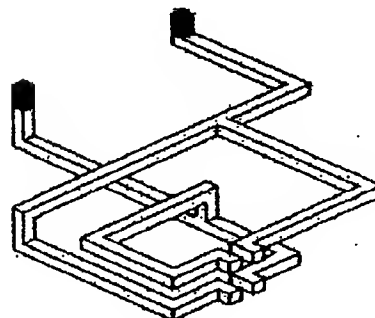
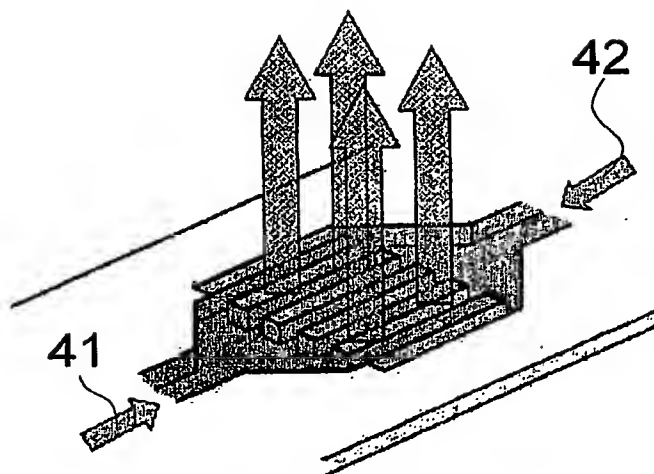


Fig. 6 (d)



6/7

Fig. 7



7/7

Fig. 8 (a)

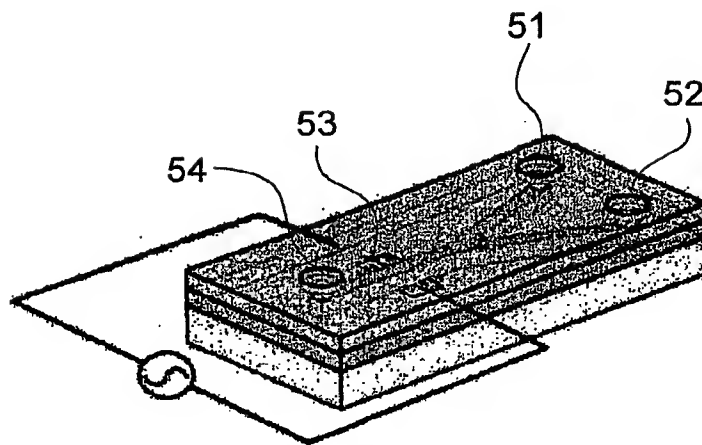
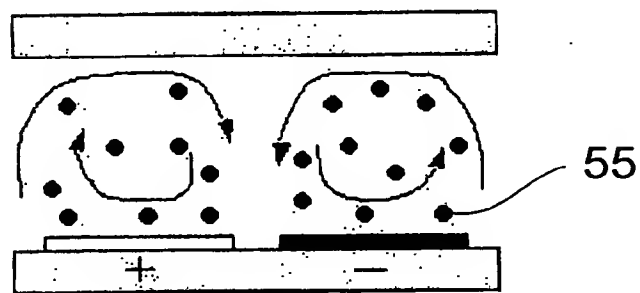


Fig. 8 (b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/14505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B81B1/00, B81C1/00, G01N35/08, G01N37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ B81B1/00, B81C1/00, G01N35/08, G01N37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-283293 A (Tama-TLO Kabushiki Kaisha), 03 October, 2002 (03.10.02), Claims (Family: none)	1-4
Y	JP 2002-86399 A (Zaidan Hojin Kawamura Rikagaku Kenkyusho), 26 March, 2002 (26.03.02), Claims & WO 01/98199 A1 & AU 7455801 A & CA 2412061 A & EP 1295846 A1	1-4
P, X	JP 2003-136500 A (Zaidan Hojin Kawamura Rikagaku Kenkyusho), 14 May, 2003 (14.05.03), Fig. 7 (Family: none)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* "A" Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
13 February, 2004 (13.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14505

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2003-114229 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 18 April, 2003 (18.04.03), Par. No. [0025] (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B81B1/00, B81C1/00, G01N35/08, G01N37/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B81B1/00, B81C1/00, G01N35/08, G01N37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-283293 A (タマティーエルオー株式会社) 2002. 10. 03, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2002-86399 A (財団法人川村理化学研究所) 2002. 03. 26, 特許請求の範囲 & WO 01/98199 A1 & AU 7455801 A & CA 2412061 A & EP 1295846 A1	1-4
P, X	JP 2003-136500 A (財団法人川村理化学研究所) 2003. 05. 14, 図7 (ファミリーなし)	1

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 02. 2004

国際調査報告の発送日

02. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三宅 達



3P

2919

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	J P 2003-114229 A (三菱化学株式会社) 2003. 04. 18, 段落【0025】 (ファミリーなし)	1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.